

# BREVET D'INVENTION

10/030158

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

FR 00/02177

EU

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 29 JUIN 2000

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIÈGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS Cédex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30

This Page Blank (uspto)

---



DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg B 13313.3 RS  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9909947

TITRE DE L'INVENTION :

PROCEDE DE TRANSMISSION DE DONNEES UTILISANT DES JEUX  
REPETITIFS DE SEQUENCES D'ETALEMENT, EMETTEUR ET RECEPTEUR  
CORRESPONDANTS

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

R. SIGNORE  
c/o BREVATOME  
3, rue du Docteur Lancereaux  
75008 PARIS  
FRANCE  
422-5/S002

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

DANIELE Norbert 110, Chemin de la Souchière  
38330 MONTBONNOT  
FRANCE

LEVEQUE Sébastien 16, rue Joya  
38000 GRENOBLE  
FRANCE

NOGUET Dominique 4, rue Claude Debussy  
38100 GRENOBLE  
FRANCE

LEQUEPEYS Jean-René 4, rue de la République  
38600 FONTAINE  
FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire  
Paris, le 30 juillet 1999

  
R. SIGNORE

**PROCEDE DE TRANSMISSION DE DONNEES UTILISANT DES  
JEUX REPETITIFS DE SEQUENCES D'ETALEMENT,  
EMETTEUR ET RECEPTEUR CORRESPONDANTS**

5

**DESCRIPTION**

**Domaine technique**

La présente invention a pour objet un procédé de transmission de données utilisant des jeux répétitifs de séquences d'étalement, ainsi qu'un émetteur et un récepteur correspondants.

L'invention trouve une application générale dans les communications numériques et plus particulièrement dans les réseaux locaux sans fil (WLAN), dans les boucles locales d'abonnés sans fil (WLL), en téléphonie mobile, en domotique et télécollecte, en communication dans les transports, en télévision câblée, en service multimédia sur les réseaux câblés, etc...

**Etat de la technique antérieure**

L'invention relève de la technique d'étalement de spectre. On sait que cette technique consiste en la modulation d'un symbole numérique à transmettre par une séquence pseudo-aléatoire connue de l'utilisateur. Chaque séquence est composée de N éléments appelés "chips", dont la durée est le  $N^{\text{ième}}$  de la durée d'un symbole. Il en résulte un signal dont le spectre s'étale sur une plage N fois plus large que celle du signal original. A la réception, la démodulation consiste à corrélér le signal reçu avec la séquence

utilisée à l'émission pour retrouver le symbole de départ.

Cette technique offre de nombreux avantages mais elle ne permet pas de pallier un inconvénient lié à un effet dit d'interférence entre symboles dont l'origine est la suivante. Dans un canal radioélectrique, l'onde qui se propage de l'émetteur au récepteur peut emprunter divers trajets, de sorte que, pour un même signal émis, plusieurs signaux décalés dans le temps parviennent au récepteur, avec des amplitudes et des phases différentes. La réponse du canal au signal émis est donc étalée. Le signal émis étant généralement bref, il peut être assimilé à une impulsion, et l'on parle alors de réponse impulsionnelle. Dans les systèmes à haut débit ces différentes répliques d'un même signal peuvent interférer avec les autres signaux.

La figure 1 illustre ce phénomène. Elles représentent la réponse impulsionnelle  $h(t)$  d'un canal en fonction du temps. Sur la partie A, on suppose qu'une impulsion a été émise à un certain temps et qu'un premier signal  $a_1$  a été reçu avec un certain retard  $\tau_1$ , suivi d'une réplique  $a_2$  à l'instant  $\tau_1 + T_m$ , où  $T_m$  représente le retard du second trajet par rapport au premier. Sur la partie B, on suppose qu'un second signal a été émis après un intervalle  $T_s$  égal à la durée d'un symbole et l'on a supposé en outre que cet intervalle était égal au retard  $T_m$ . On suppose en outre que les propriétés du canal ne se sont pas modifiées dans l'intervalle  $T_s$ , c'est-à-dire que le retard  $\tau_2$  est égal à  $\tau_1$  et  $T_m$  est resté constant. On reçoit alors un

signal  $b_1$  à l'instant  $\tau_2$  suivi d'une réplique  $b_2$  à l'instant  $\tau_2 + T_m$ .

Comme  $T_s = T_m$  par hypothèse, il est clair que les signaux  $a_2$  et  $b_1$  vont interférer et dégrader la  
5 réception. Pour éviter cette source de dégradation, il faut faire en sorte que  $b_1$  apparaisse au-delà de  $a_2$ , c'est-à-dire que la durée  $T_s$  des symboles soit supérieure à l'étalement  $T_m$  de la réponse  
impulsionnelle. En d'autres termes, il faut que le  
10 débit en symboles soit inférieur à  $1/T_m$ . Plus la réponse impulsionnelle est étalée, plus la contrainte sur le débit est grande.

Le but de l'invention est justement de remédier à  
15 cet inconvénient. En réduisant le phénomène d'interférences entre symboles, l'invention autorise des débits plus importants dans des environnements où l'étalement de la réponse impulsionnelle du canal est bien plus grande que la durée du symbole (jusqu'à 16  
20 fois dans un exemple décrit plus loin).

### Exposé de l'invention

Pour réduire les risques d'interférences entre symboles, l'invention préconise de traiter les symboles  
25 successifs avec des séquences pseudo-aléatoires différentes ce qui permet, à la réception, de mieux discriminer les signaux reçus. Selon l'invention, le nombre de séquences successives différentes est limité à un nombre  $S$  fixé. Au-delà de  $S$  séquences, on  
30 réutilise les séquences déjà utilisées. Autrement dit, on traite des paquets de  $S$  symboles par des jeux

répétitifs de  $S$  séquences. Il en résulte que l'intervalle de temps au bout duquel on retrouve la même séquence pseudo-aléatoire n'est plus  $T_s$  mais  $S$  fois  $T_s$ . La contrainte sur la durée du symbole n'est donc plus  $T_s > T_m$  mais  $ST_s > T_m$ . En terme de débit cela signifie qu'à étalement donné le débit autorisé est  $S$  fois plus élevé que dans l'art antérieur. Il se trouve limité supérieurement non plus par  $1/T_m$  mais par  $S/T_m$ .

Ce procédé, qui consiste à traiter des paquets de  $S$  symboles par des jeux répétitifs de  $S$  séquences pseudo-aléatoires peut encore être perfectionné en traitant en parallèle plusieurs paquets de  $S$  symboles, avec autant de jeux de séquences différentes.

De façon précise, l'invention a donc pour objet un procédé de transmission de données par étalement de spectre dans lequel :

- à l'émission : à partir de données à transmettre on constitue des symboles, on module ces symboles par étalement de spectre à l'aide de séquences pseudo-aléatoires,
- à la réception : on corrèle le signal reçu avec les séquences pseudo-aléatoires utilisées à l'émission, on retrouve les symboles émis et on restitue les données,

ce procédé étant caractérisé en ce que :

a) l'émission :

- i) on constitue un ensemble de  $M$  séquences pseudo-aléatoires distinctes  $C_{ij}$ , cet ensemble étant organisé en  $L$  jeux de  $S$  séquences chacun ( $M=LS$ ), où  $L$  est au moins



égal à 1 et  $S$  au moins égal à 2, l'indice  $i$  allant de 1 à  $L$  inclus et l'indice  $j$  allant de 1 à  $S$  inclus,

5           ii) on groupe les symboles à transmettre en ensembles successifs de  $M$  symboles  $S_{ij}$ , ces ensembles étant organisés en  $L$  paquets en parallèle de  $S$  symboles chacun, l'indice  $i$  allant de 1 à  $L$  inclus, et l'indice  $j$  allant de 1 à  $S$  inclus,

10           iii) on module chaque symbole  $S_{ij}$  d'un ensemble par la séquence pseudo-aléatoire  $C_{ij}$  correspondante,

15           iv) on réitère l'opération iii) pour les ensembles successifs de symboles, les jeux de séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$  étant ainsi réutilisés de manière répétitive,

v) on convertit les signaux ainsi formés et on effectue l'émission,

b) à la réception :

20           on corrèle le signal reçu avec chacune des  $M$  séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$  utilisées à l'émission, on restitue  $L$  paquets de  $S$  symboles chacun, on convertit ces  $LS$  symboles en  $LS$  symboles en série et on restitue les données correspondantes.

25           La conversion effectuée à l'émission peut être une sommation.

L'invention a également pour objet un émetteur et un récepteur pour la mise en oeuvre de ce procédé.

### Brève description des dessins

- la figure 1, déjà décrite, illustre le phénomène d'interférence entre symboles ;
- la figure 2 montre un mode de réalisation d'un émetteur conforme à l'invention ;
- la figure 3 montre un mode de réalisation d'un récepteur conforme à l'invention.

### Description de modes particuliers de mise en oeuvre

Les données à transmettre sont d'abord organisées en symboles selon des techniques usuelles. Chaque symbole peut comprendre un ou plusieurs bits. Les symboles sont ensuite organisés par paquets de S. Pour un traitement en parallèle, on dispose L paquets de S symboles en parallèle, soit au total un ensemble de  $M=LS$  symboles. Les symboles suivants sont organisés de la même manière pour constituer un nouvel ensemble de M symboles et ainsi de suite.

Le tableau I illustre cette organisation série-parallèle. Chaque case représente un symbole. Le premier ensemble de symboles est noté  $S^1_{ij}$  où i désigne la ligne du tableau, c'est-à-dire le rang du paquet (i allant de 1 à L) et j la colonne, c'est-à-dire le rang dans le paquet (j allant de 1 à S). Dans le deuxième ensemble, les LS symboles sont notés  $S^2_{ij}$  et ainsi de suite.

$i \backslash j$	1	2		S	1	2		S	
1	$S_{11}^1$	$S_{12}^1$		$S_{1S}^1$	$S_{11}^2$	$S_{12}^2$		$S_{1S}^2$	$S_{11}^3$
2	$S_{21}^1$	$S_{22}^1$		$S_{2S}^1$	$S_{21}^2$	$S_{22}^2$		$S_{2S}^2$	$S_{21}^3$
			$S_{ij}^1$				$S_{ij}^2$		
L	$S_{L1}^1$	$S_{L2}^1$		$S_{LS}^1$	$S_{L1}^2$	$S_{L2}^2$		$S_{LS}^2$	$S_{L1}^3$

Tableau I

Tous ces symboles sont traités par étalement de spectre à l'aide de LS séquences pseudo-aléatoires différentes, de préférence orthogonales. Ces séquences sont organisées comme représenté dans le tableau II. Elles sont notées  $C_{ij}$ ,  $i$  allant de 1 à L et  $j$  allant de 1 à S.

10

$i \backslash j$	1	2		S
1	$C_{11}$	$C_{12}$		$C_{1S}$
2	$C_{21}$	$C_{22}$		$C_{2S}$
			$C_{ij}$	
L	$C_{L1}$	$C_{L2}$		$C_{LS}$

Tableau II

Un symbole  $S_{ij}$  du tableau I est traité par la séquence pseudo-aléatoire correspondante  $C_{ij}$  du tableau II. Lorsque les M séquences ont été utilisées pour un ensemble de M symboles, les mêmes séquences sont

réutilisées pour l'ensemble suivant de  $M$  symboles et ainsi de suite. La périodicité de réutilisation des séquences est donc  $ST_s$ .

5            Quelques exemples numériques, donnés à titre explicatif et nullement limitatif, illustreront les avantages que procurent l'invention. On suppose que l'on travaille avec un débit binaire de 2 Mbits/s en modulation QPSK ("Quaternary Phase Shift Keying"). Le  
10 nombre de bits par symbole est donc de 2. La durée  $T_s$  d'un symbole est de 1  $\mu$ s. Avec un procédé selon l'état de la technique antérieure, cela signifierait que l'étalement du canal  $T_m$  devrait être limité à 1  $\mu$ s. Avec l'invention, on travaille avec  $L$  voies en  
15 parallèle (avec  $L=M/S$ ). Le nombre de bits transmis dans une période symbole  $T_s$  est alors  $m=2L$ . Le tableau III donne quelques exemples de l'étalement maximum  $T_{m_{max}}$  que l'on peut admettre, pour deux valeurs de  $M$  (8 et 16) et, pour chacune, 3 valeurs de  $S$  (respectivement 4, 8  
20 et 16).

	$M=8$	$M=16$
$S=4$	$m=4$ bits/symb $T_{m_{max}}=8 \mu s$	$m=8$ bits/symb $T_{m_{max}}=16 \mu s$
$S=8$	$m=2$ bits/symb $T_{m_{max}}=8 \mu s$	$m=4$ bits/symb $T_{m_{max}}=16 \mu s$
$S=16$		$m=2$ bits/symb $T_{m_{max}}=16 \mu s$

Tableau III

Les figures 2 et 3 illustrent des exemples de réalisation d'un émetteur et d'un récepteur conformes à l'invention. Sur la figure 2, l'émetteur comprend une entrée générale 10 recevant les données à transmettre  
 5 d, un circuit 20 transformant ces données en symboles (il peut s'agir d'un modulateur à décalage de phase PSK), un moyen 30 apte à former des paquets de S symboles chacun, soit  $P_i$  ( $i$  allant de 1 à L), un convertisseur série-parallèle 40 à L sorties  $40_1, 40_2,$   
 10  $\dots, 40_i, \dots, 40_L$  délivrant les L paquets  $P_i$ , une table 50 de séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$ , avec L sorties  $50_1, 50_2, \dots, 50_j, \dots, 50_L$  délivrant L jeux de séquences, un circuit 60 d'étalement des symboles  $S_{ij}$  par les séquences  $C_{ij}$ , ce circuit possédant L sorties  
 15  $60_1, 60_2, \dots, 60_i, \dots, 60_L$  délivrant les symboles à spectre étalé, un sommateur 70 et enfin des moyens d'émission symbolisés par une antenne 80.

Le récepteur représenté sur la figure 3 comprend  
 20 des moyens de réception symbolisés par l'antenne 100, une batterie de M filtres adaptés  $110_1, \dots, 110_M$ , chacun de ces filtres étant adapté à l'une des séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$  utilisées à l'émission, une batterie de M circuits  $120_1, \dots, 120_M$  d'estimation  
 25 de l'énergie (ou de l'amplitude) des signaux délivrés par les filtres adaptés qui précèdent, un circuit 130 à M entrées  $132_1, \dots, 132_M$  et à L sorties  $134_1, \dots, 134_L$ , déterminant lesquelles des M voies d'entrée contiennent un maximum d'énergie et délivrant sur une  
 30 ou plusieurs des L sorties un signal de sélection, L circuits  $140_1, \dots, 140_L$  à M entrées reliées aux sorties

des M filtres adaptés et sélectionnant une entrée parmi  
M en fonction du signal de sélection reçu, L  
démodulateurs  $150_1, \dots, 150_L$ , par exemple de type PSK,  
un circuit 160 de mise en série des L paquets de  
5 symboles délivrés par les démodulateurs, un circuit 170  
restituant les données d sur une sortie générale 180.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de transmission de données par étalement de spectre dans lequel :

- 5           - à l'émission : à partir de données à transmettre on constitue des symboles, on module ces symboles par étalement de spectre à l'aide de séquences pseudo-aléatoires,
- 10          - à la réception : on corrèle le signal reçu avec les séquences pseudo-aléatoires utilisées à l'émission, on retrouve les symboles émis et on restitue les données,

ce procédé étant caractérisé en ce que :

a) l'émission :

- 15          i) on constitue un ensemble de  $M$  séquences pseudo-aléatoires distinctes  $C_{ij}$ , cet ensemble étant organisé en  $L$  jeux de  $S$  séquences chacun ( $M=LS$ ), où  $L$  est au moins égal à 1 et  $S$  au moins égal à 2, l'indice  $i$
- 20           allant de 1 à  $L$  inclus et l'indice  $j$  allant de 1 à  $S$  inclus,
- ii) on groupe les symboles à transmettre en ensembles successifs de  $M$  symboles  $S_{ij}$ , ces ensembles étant organisés en  $L$  paquets en
- 25           parallèle de  $S$  symboles chacun, l'indice  $i$  allant de 1 à  $L$  inclus, l'indice  $j$  allant de 1 à  $S$  inclus,
- iii) on module chaque symbole  $S_{ij}$  d'un ensemble par la séquence pseudo-aléatoire  $C_{ij}$
- 30           correspondante,

iv) on réitère l'opération iii) pour les ensembles successifs de symboles, les jeux de séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$  étant ainsi réutilisés de manière répétitive,

5 v) on convertit les signaux ainsi formés et on effectue l'émission,

b) à la réception :

on corrèle le signal reçu avec chacune des M séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$  utilisées à l'émission, on restitue L paquets de S symboles chacun, on convertit  
10 ces LS symboles en LS symboles en série et on restitue les données correspondantes.

2. Emetteur pour la mise en oeuvre du procédé  
15 selon la revendication 1, comprenant une entrée générale (10), des moyens (20) pour recevoir des données à transmettre et pour constituer des symboles, et des moyens (60) pour moduler ces symboles par étalement de spectre à l'aide de séquences pseudo-  
20 aléatoires, caractérisé en ce qu'il comprend :

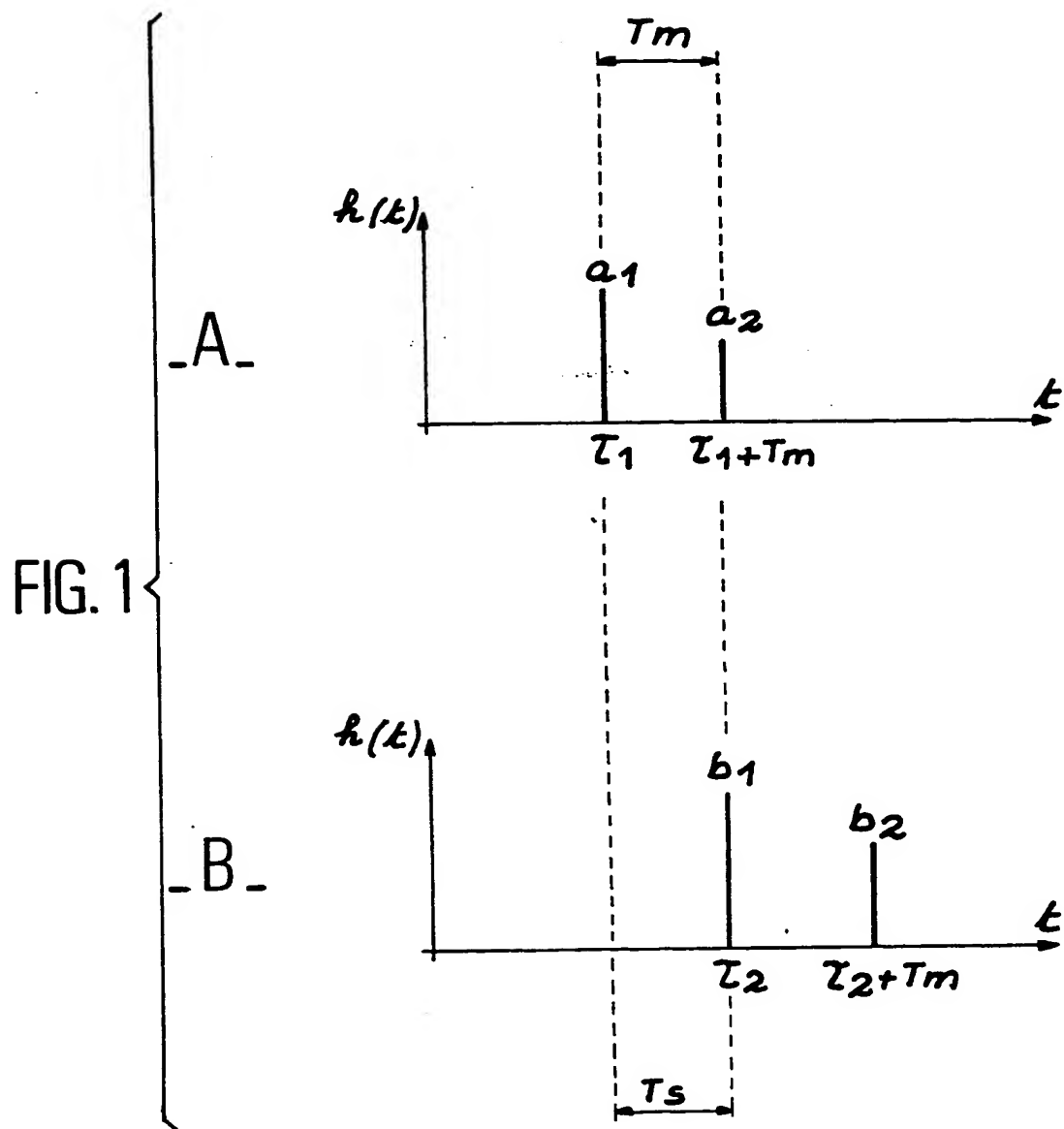
- des moyens (50) pour constituer un ensemble de M séquences pseudo-aléatoires distinctes  $C_{ij}$ , cet ensemble étant organisé en L jeux de S séquences chacun ( $M=LS$ ), où L est au moins égal à 1 et S au moins égal à 2, l'indice i allant de 1 à L inclus et l'indice j allant de 1 à S inclus,  
25
- des moyens (30, 40) pour grouper les symboles à transmettre en ensembles successifs de M symboles  $S_{ij}$ , ces ensembles étant organisés en L paquets en parallèle de S symboles chacun,  
30



- des moyens (60) pour moduler chaque symbole  $S_{ij}$  d'un ensemble par la séquence pseudo-aléatoire  $C_{ij}$  correspondante, et pour réitérer cette opération pour les ensembles successifs de symboles, les jeux de séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$  étant ainsi utilisés de manière répétitive.

3. Récepteur pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant des moyens pour corrélér un signal de réception avec des séquences pseudo-aléatoires et pour délivrer des symboles, des moyens pour restituer les données à partir de ces symboles, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens (110<sub>1</sub>, ..., 110<sub>M</sub>) pour corrélér le signal reçu avec M séquences pseudo-aléatoires  $C_{ij}$ ,
- des moyens (120<sub>1</sub>, ..., 120<sub>M</sub>) (130) (140<sub>1</sub>, ..., 140<sub>L</sub>) (150<sub>1</sub>, ..., 150<sub>L</sub>) pour restituer L paquets en parallèle de S symboles,
- des moyens (160) pour convertir ces LS symboles en LS symboles en série, et
- des moyens (170) pour restituer les données correspondantes sur une sortie générale (180).



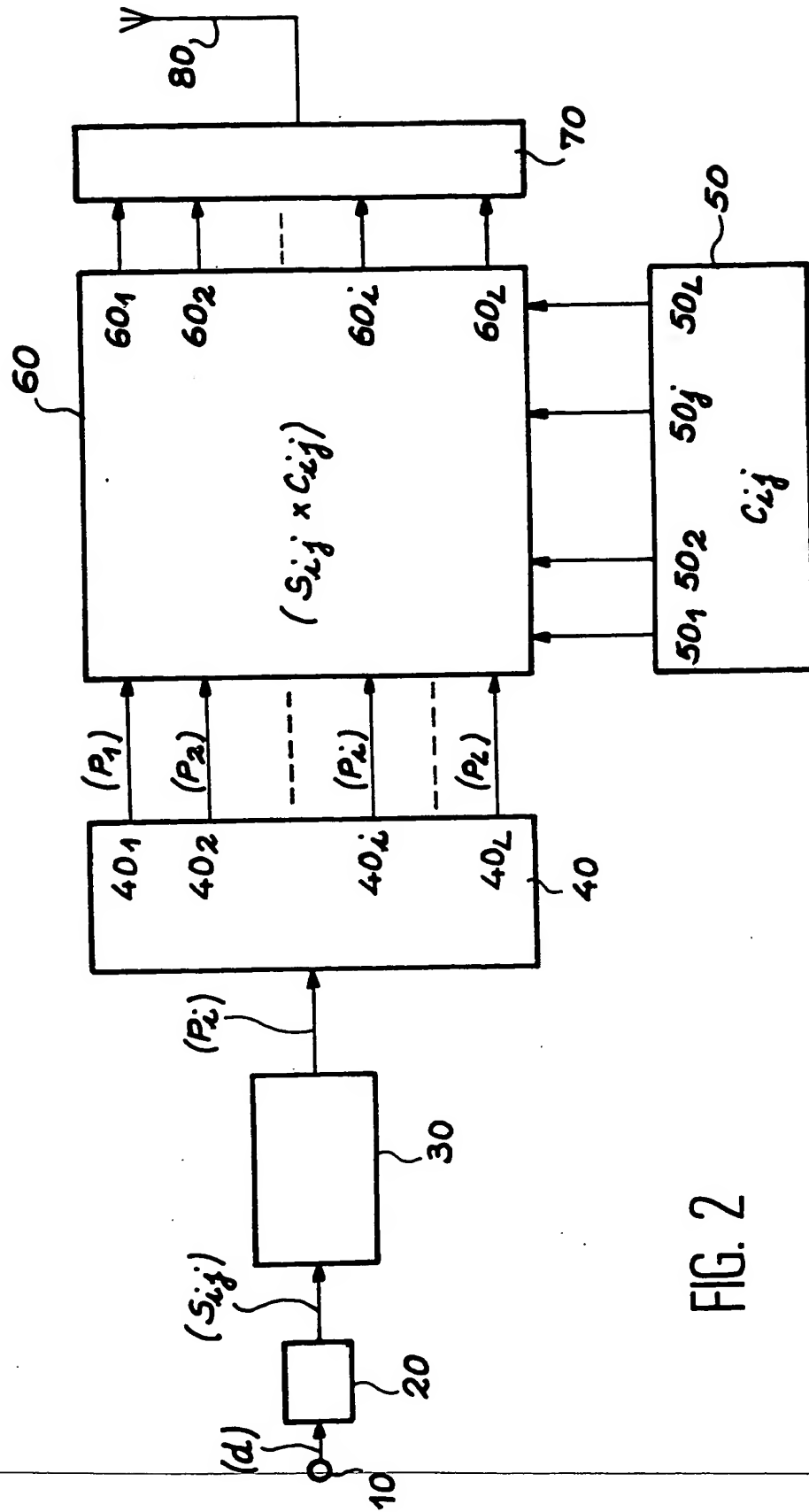


FIG. 2

FIG. 3

